

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-093650

(43)Date of publication of application : 10.04.1998

(51)Int.Cl.

H04L 27/34  
H04B 7/005  
H04L 27/18  
// H04B 1/40

(21)Application number : 08-261219

(71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 11.09.1996

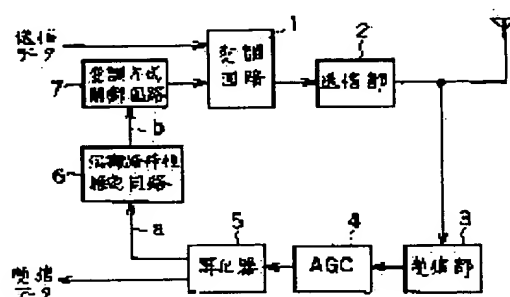
(72)Inventor : ASANO KATSUHIRO  
NAITO MASASHI

## (54) TRANSMITTER-RECEIVER FOR MODULATION PARAMETER VARIABLE ADAPTIVE MODULATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To apply a modulation parameter variable adaptive modulation system to a transmitter-receiver for TDD (time division duplex) provided with an equalizer of wide band transmission.

SOLUTION: The output level of a reception part 3 is controlled by an AGC circuit 4 so that it is fixed, and equalization processing is performed after orthogonal detection in an equalizer 5 to output reception data. Further, an obtained equalization error (a) is given to a propagation characteristic estimating circuit 6 to estimate the propagation line state of this reception slot, and a modulation system of a modulation parameter corresponding to this state is designated from a modulation system control circuit 7 to a modulation circuit 1 to modulate transmission data, and a next transmission slot is transmitted from a transmission part 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3324941

[Date of registration]

05.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Partial English Translation of Japanese Laid-Open  
Patent Application No. H10-93650

[0017]

Next, a simple modulation system control (here, only a modulation parameter variables switching will be described) will be described. Fig. 3 is an explanatory diagram of a modulation parameter variable system. For example, as one example of this system, it is assumed that modulation system is switched among of three systems of (1)  $\pi/2$  shift BPSK, (2) QPSK, and (3) 16QAM shown in Fig. 3, propagation path characteristic determination is performed based upon a propagation path characteristic estimation value, and propagation path characteristic estimation value ranges (A, B, C) obtained by sectioning to certain widths satisfies a relationship of  $A < B < C$ . At this time, the orthogonal modulation circuit is controlled such that a propagation path characteristic estimation value is included in A (the worst condition), (1)  $\pi/2$  shift BPSK is used, it is included in B (an intermediate condition), (2) QPSK is used, and it is included in C (the best condition), (3) 16QAM is used. Incidentally, the modulation parameter variables (different bit numbers per one symbol) switching has been described regarding the switching among the modulation systems.

However, even in a case that a transmission rate switching is performed, control is performed so as to be adapted to a propagation path characteristic like the above.

Fig. 3

Bad      propagation path characteristic      good

(1)  $\pi/2$  shift BPSK at white circle (O) and black circle

(•)

(1 Bit/symbol)

(2) QPSK

(2 Bit/symbol)

(3) 16 QAM

(4 Bit/symbol)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-93650

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号

H 0 4 L 27/34

H 0 4 B 7/005

H 0 4 L 27/18

// H 0 4 B 1/40

F I

H 0 4 L 27/00

E

H 0 4 B 7/005

H 0 4 L 27/18

Z

H 0 4 B 1/40

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-261219

(22) 出願日 平成8年(1996) 9月11日

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 浅野 勝洋

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

(72) 発明者 内藤 昌志

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際  
電気株式会社内

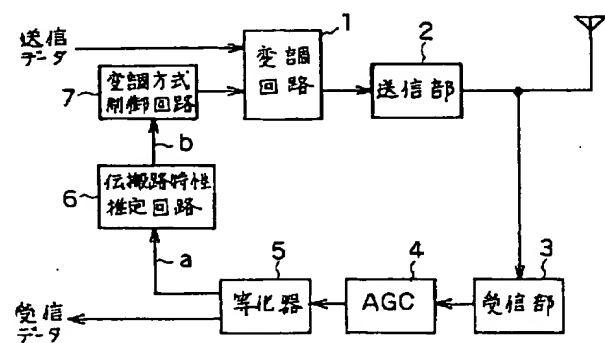
(74) 代理人 弁理士 大塚 学

(54) 【発明の名称】 変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機

(57) 【要約】

【課題】 広帯域伝送の等化器を備えたTDD用送受信機に変調パラメータ可変適応変調方式を適用する。

【解決手段】 受信部3の出力レベルをAGC回路4で一定になるように制御し、等化器5で直交検波した後等化処理を行って受信データを出力するとともに、得られた等化誤差aを伝搬路特性推定回路6に与え、当該受信スロットの伝搬路状態を推定し、その状態に対応した変調パラメータの変調方式を変調方式制御回路7から変調回路1に対して指定し、送信データを変調し、送信部2から次の送信スロットの送信を行うように構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 送信データが入力され予め設定された複数種類のシンボルレートと変調多値数を変調パラメータとした変調方式のうち指定された変調パラメータの変調方式で次の送信スロットの変調を行う変調回路と、該変調回路の出力を周波数変換し増幅してアンテナから送出する送信部と、該アンテナの受信信号を周波数変換し増幅して出力する受信部と、該受信部の出力を復調して受信データを出力するとともに受信ベースバンド信号を出力する復調回路と、該受信ベースバンド信号を用いて当該受信スロットの伝搬路特性を判定した情報から伝搬路特性推定値を出力する伝搬路特性推定回路と、該伝搬路特性推定値に対応して伝搬路の状態が良好なときは伝送情報量の多い変調パラメータの変調方式を前記変調回路に対して指定し伝搬路の状態が悪いときは伝送情報量の少ない変調パラメータの変調方式を前記変調回路に対して指定する変調方式制御回路とを備えた変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機において、前記受信部の出力を一定のレベルに制御する AGC 回路と、

該 AGC 回路の出力を直交検波して得られた受信ベースバンド信号の等化処理を行って受信データを出力するとともに等化誤差を前記伝搬路特性推定回路に与える等化器とを備えたことを特徴とする変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機。

【請求項 2】 前記 AGC 回路は、前記受信部の出力を一定のレベルに制御して前記等化器に出力するとともに受信電界強度信号を前記伝搬路特性推定回路に与えるように構成され、

前記伝搬路特性推定回路は、前記等化器の出力と前記受信電界強度信号から前記変調方式制御回路に対する前記伝搬路特性推定値を出力するように構成されたことを特徴とする請求項 1 記載の変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はディジタル無線通信における送受信機に関し、特に、時分割双方向通信 (TDD: Time Division Duplex) において、伝送効率の向上を目的として受信信号から伝送路のフェージングの瞬時変動状況を推定し、次の送信時に、それに応じた変調パラメータを適応的に可変設定して送信する変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図 5 は TDD 通信の説明図である。TDD 通信は、受信信号  $R_x$  と、送信信号  $T_x$  は、同一の周波数を交互に使うため、両方向の通信信号は、ほぼ同じフェージング変動をしている伝搬路を通るとみなせる。そのため、この伝搬路の可逆性を利用すると、受信信号から検出した伝搬路の  $C/N_0$  ( $C$  はキャリア電力、 $N$

は雑音電力密度) と遅延スプレッドを用いて、次の送信タイミングにおける伝搬路状況を推定することができる。

【0003】 変調パラメータ可変適応変調方式は、シンボルレートと変調多値数を変調パラメータとし、ある一定の伝送品質 (例えば  $BER=10^{-3}$ ) を常に保つという拘束条件のもとに、変調パラメータを伝搬路状況に適應させ、伝搬路状況が悪いときには変調多値数やシンボルレートを下げて伝送速度を低速化し、伝搬路状況が良いときには変調多値数やシンボルレートを上げることによって高速化を行う方式である (信学技報 RCS94-64 「シンボルレート、変調多値数可変適応変調方式の伝送特性解析」松岡他 (1994-9) 参照)。

【0004】 送受信機に、予め、複数種類のシンボルレートや変調多値数の変調方式を変調パラメータとして切替え選択できる変調回路を備えて、受信信号から得られる瞬時伝搬路特性の推定値を基に、次の送信スロットでは、予め設定した誤り率を満足し、かつ最大伝送速度を得る最適な変調レベル (シンボルレート ( $T$  (基本レート)),  $T/2$ ,  $T/4$ ,  $T/8$ ...等) および変調多値数 (BPSK, 4QAM, 16QAM, 64QAM, 256QAM...等) を選択設定して送信するように構成される。なお、用意するシンボルレートや変調多値数の種類や数については、適用するシステムに応じて様々な選択が可能である。

【0005】 図 6 は上記従来の変調パラメータ可変適応変調方式を採用した送受信機の一構成例図である。図において、1 は変調回路、2 は送信部、3 は受信部、6 は伝搬路特性推定回路、7 は変調方式制御回路、10 は復調回路である。

【0006】 送信データは、変調回路 1 によって、変調方式制御回路 7 から指定された変調方式で変調される。送信部 2 は、変調回路 1 から出力される変調波を周波数変換し増幅してアンテナから空間に輻射する。受信時は、アンテナより受信した信号を受信部 3 によって増幅及び周波数変換を行い、復調回路 10 で直交検波、受信変調方式推定、シンボルレート判定などの復調処理を行い、受信データを出力するとともに、受信ベースバンド信号を伝搬路特性推定回路 6 へ出力する。

【0007】 伝搬路特性推定回路 6 は、受信ベースバンド信号を用いて伝搬路特性判定情報を測定し、その結果を外挿して送信時の伝搬路特性を推定した結果 (伝搬路特性推定値) を変調方式制御回路 7 へ出力する。この場合、伝搬路特性判定情報として、多重波伝搬による遅延スプレッドと  $C/N_0$  が用いられる。変調方式制御回路 7 は、前記伝搬路特性推定値に対応した変調パラメータによる送信変調方式を選択設定するように変調回路 1 の制御を行う。

【0008】 図 7 は変調多値数の違いと特徴の説明図である。図において、左側が BPSK (Binary Phase Shi

ft Keying) であり変調多値数(●印)は2である。中央はQPSK(Quadrature Phase Shift Keying) であり変調多値数は4である。右側は16QAM(16 Quadrature Amplitude Modulation) であり変調多値数は16である。

【0009】下側の矢印で示したように、変調多値数を上げると情報量が増えるが信頼度は低下する。逆に、変調多値数を下げると情報量が減るが信頼度は向上する。前記参考文献の適応変調方式では、伝搬路の状況が悪いと判定したときは高信頼度伝送を行い、最悪の場合はダメーデータ伝送とする。また、伝搬路の状況が良いと判定したときは多情報量伝送を行うように変調方式制御回路7によって変調方式の制御を行う。これによりビットエラーレートなどに現れる情報の伝送品質が向上する。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の変調パラメータ可変適応変調方式は、比較的狭帯域の伝送に適用されたものであり、この技術を広帯域伝送系にそのまま適用しようとすると、次のような新たな問題が発生する。広帯域伝送の場合は、多重波による選択性フェージングの影響が大きく、遅延スプレッドにより伝送信号の符号間干渉が現れるため、受信機復調部に等化器を用いて遅延波を直接波に合成し、ダイバーシチを行った場合と同等の受信品質の向上が図られている。すなわち、遅延波を用いて受信品質を向上させているので、遅延波の存在は必ずしも受信品質の劣化原因とはならない。従って、上述のような等化器を用いた広帯域伝送系の送受信機に可変適応変調方式を適用する場合、遅延波の存在状況を示す遅延スプレッドの値を基準として伝搬路の状況を判定する処理は不要である。また、等化処理に伴って発生する等化誤差は、 $C/N_0$  値と同様の性質を持つので、等化誤差を  $C/N_0$  値の代わりに用いることができ、 $C/N_0$  値を測定する必要がなくなる。従って、変調パラメータ可変適応変調方式を、等化器を用いた広帯域伝送系の送受信機にそのまま適用すると、遅延スプレッド値から伝搬路状況を判定する処理や、 $C/N_0$  値を測定するための処理や回路が無駄になる等の問題が発生する。

【0011】本発明の目的は、上記のような問題点を解決し、等化器が備えられた広帯域伝送系の送受信機に可変適応変調方式を適用した送受信機を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機は、送信データが入力され予め設定された複数種類のシンボルレートと変調多値数を変調パラメータとした変調方式のうち指定された変調パラメータの変調方式で次の送信スロットの変調を行う変調回路と、該変調回路の出力を周波数変換し増幅してアンテナから送出する送信部と、該アンテナの受信信号

を周波数変換し増幅して出力する受信部と、該受信部の出力を復調して受信データを出力するとともに受信ベースバンド信号を出力する復調回路と、該受信ベースバンド信号を用いて当該受信スロットの伝搬路特性を判定した情報から伝搬路特性推定値を出力する伝搬路特性推定回路と、該伝搬路特性推定値に対応して伝搬路の状態が良好なときは伝送情報量の多い変調パラメータの変調方式を前記変調回路に対して指定し伝搬路の状態が悪いときは伝送情報量の少ない変調パラメータの変調方式を前記変調回路に対して指定する変調方式制御回路とを備えた変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機において、前記受信部の出力を一定のレベルに制御するAGC回路と、該AGC回路の出力を直交検波して得られた受信ベースバンド信号の等化処理を行って受信データを出力するとともに等化誤差を前記伝搬路特性推定回路に与える等化器とを備えたことを特徴とするものである。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下本発明を詳細に説明する。図1は本発明の第1の実施例を示すブロック図である。図において、1は変調回路、2は送信部、3は受信部、4はAGC回路、5は等化器、6は伝搬路特性推定回路、7は変調方式制御回路である。

【0014】送信データは、変調回路1によって変調方式制御回路7から指定された変調方式で変調される。送信部2は、変調回路1から出力される変調波を周波数変換し増幅してアンテナから空間に輻射する。受信部3は、アンテナで受信した受信信号を増幅、周波数変換し、AGC回路4へ入力する。AGC回路4は、一定のレベルに保つように制御した信号を等化器5へ出力する。等化器5は、AGC回路4からの信号を直交検波して受信ベースバンド信号に変換し、その受信ベースバンド信号の等化処理を行い、受信データを出力するとともに等化処理によって得られる等化誤差aを伝搬路特性推定回路6へ出力する。

【0015】等化器5は、一般に、受信側で既知の参照信号系列の受信状態をもとに、RLS(Recursive Least Square)等の適応アルゴリズムを利用して、伝搬路特性と逆の特性のフィルタを構成し、そのフィルタで受信ベースバンド信号をろ波することにより、究極的には送信信号と全く同じ受信信号を得るべく動作する。図2は伝搬路の状況と等化誤差との関係を示す説明図であり、縦軸は等化誤差を示す。等化器5の動作は、受信信号が通ってきた伝搬路が良好(雑音やフェージングによる位相振幅変動などの無い状態)であるほどうまくゆき、その結果、図2の\*1のように等化誤差は0に近づく。一方、雑音やフェージング変動などの外乱が大きい伝搬路状況の場合、伝搬路の逆特性のフィルタを推定して構成することが困難になり、その結果、等化誤差は図2の\*2のように大きくなる。このように、等化誤差は伝搬路状況と密接な関係があるので、伝搬路特性推定回路6に



おける伝搬路特性推定のための情報として利用することができる。

【0016】伝搬路特性推定回路6では、等化器5から出力される等化誤差を伝搬路特性判定情報として用い、その等化誤差（もしくは等化誤差電力）を外挿し、次の送信時の伝搬路特性を推定し、その値を伝搬路特性推定値 $b$ として出力する。変調方式制御回路7における送信の制御は、所定の誤り率を満足する最大伝送速度を得る最適な変調方式と電力増幅方式を選択するように行う。

【0017】次に、簡単な変調方式制御（ここでは変調値多値切替えのみについて述べる）について述べる。図3は変調方式切替えの説明図である。例えば、本方式の一例として、変調方式は、図3に示す① $\pi/2$ シフトBPSK、②QPSK、③16QAMの3つの方式の中で切替え、伝搬路特性判定は、伝搬路特性推定値に基づいて行うものとし、ある幅に区分した伝搬路特性推定値範囲（A、B、C）が $A < B < C$ の関係にあると仮定する。このとき、伝搬路特性推定値がA（最悪の条件）に含まれるならば① $\pi/2$ シフトBPSKを用い、B（中間の条件）に含まれるならば②QPSK、C（最良の状態）に含まれるならば③16QAMを用いるように直交変調回路を制御する。なお、ここでは変調方式の切替えは、変調多値数（1シンボルあたりのビット数が違う）切替えについてのみ述べているが、伝送レート切替えを行う場合についても、上記と同様に、伝搬路特性に適応して制御を行うものとする。

【0018】次に、本発明の第2の実施例について説明する。図4は本発明の第2の実施例を示すブロック図である。この例では、基本的な回路構成および動作は、図1の第1の実施例と同じであるが、RSSI（Receiving Signal Strength Indicator：受信電界強度信号）（c）を伝搬路特性推定のための情報として利用する点が第1の実施例と異なる。図において、AGC回路4から伝搬路特性推定回路6に与えている信号cはRSSIである。

【0019】伝搬路においては、フェージングなどに代表される様々な外乱により、RSSIレベルは刻々と変動する。RSSIレベルが大きい時は、伝搬路状況が良好であり位相変動などもゆっくりとしているので、このような状況においては等化器の動作も安定しており、等化誤差の計算精度も高くなる。その結果、伝搬路特性推定値も信頼性が高くなる。一方、RSSIレベルが小さい時は、伝搬路状況が劣悪であり、位相変動なども早くなるので、等化器の動作は不安定になってしまい、等化誤差の計算精度も低くなる。その結果、伝搬路特性推定値も信頼性が低くなる。

【0020】伝搬路特性の判定に用いる評価基準 $D_n$ は、RSSIが $x$  [dB]、等化誤差が $y$  [dB] のとき、次式で表すことができる。

【数1】

$$D_n = x - y \quad (1) \quad (\text{大きいほど品質良})$$

もしくは、

$$D_n = y - x \quad (1)' \quad (\text{小さいほど品質良})$$

【0021】また、RSSI値を対数値ではなく、真値で検出する場合は、等化誤差も真値で計算し評価基準 $D_n$ は次式のようになる。

【数2】

$$D_n = x \div y \quad (2) \quad (\text{大きいほど品質良})$$

もしくは、

$$D_n = y \div x \quad (2)' \quad (\text{小さいほど品質良})$$

【0022】このように、評価基準 $D_n$ にRSSIの重みを付けることにより、RSSIレベルの小さい時に発生する伝搬路状況の測定誤差を小さくすることができる。等化器の適正な動作のためには、AGCの装備は必須であり、AGCが機能するためには、RSSIを検出することが必要不可欠であるから、RSSI検出のための特別な回路の追加は不要であり、回路規模は図1の例と変わらない。

【0023】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明を実施することにより、等化器が備えられた広帯域伝送系のTDD用送受信機に変調パラメータ可変適応変調方式を適用することができる。さらに、変調パラメータ可変適応変調方式に加えて、RSSIによる重み付けを組み合わせることにより、RSSIレベルの小さい時に発生する伝搬路状況の測定誤差を小さくすることができるので、より高速なフェージング変動への対応が可能となり実用上の効果が大きい。また、その場合でも、僅かな処理の追加だけでよく回路規模の増大化はないなど利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示すブロック図である。

【図2】伝搬路状況と等化誤差の関係説明図である。

【図3】変調方式切替え説明図である。

【図4】本発明の第2の実施例を示すブロック図である。

【図5】TDD方式の説明図である。

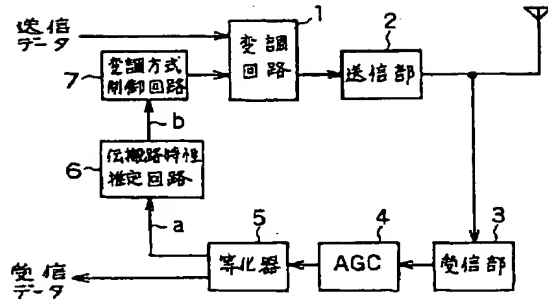
【図6】従来の変調パラメータ可変適応変調方式の送受信機の一構成例図である。

【図7】変調多値数の違いと特徴の説明図である。

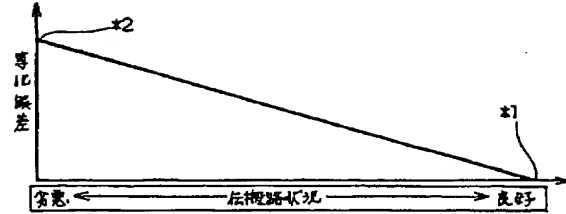
【符号の説明】

- 1 変調回路
- 2 送信部
- 3 受信部
- 4 AGC
- 5 等化器
- 6 伝搬路特性推定回路
- 7 変調方式制御回路
- 10 復調回路

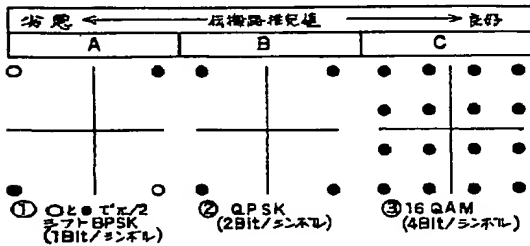
【図1】



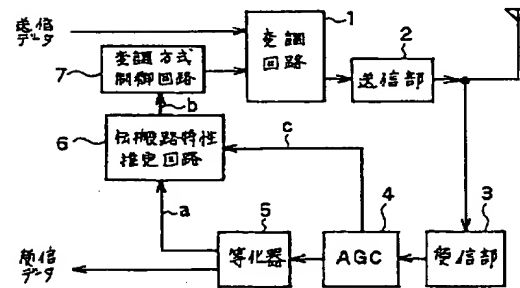
【図2】



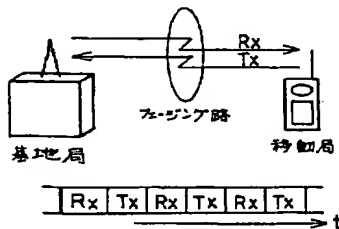
【図3】



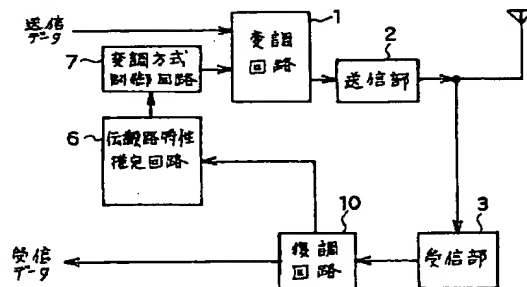
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

